

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

26.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月13日

出願番号
Application Number: 特願2002-330130
[ST. 10/C]: [JP 2002-330130]

REC'D 19 FEB 2004

WIPO

PCT

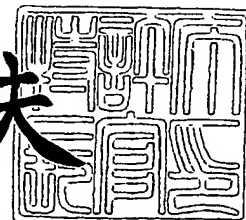
出願人
Applicant(s): 株式会社トプコン

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 P1432108
【提出日】 平成14年11月13日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【発明の名称】 測量装置と電子的記憶媒体
【請求項の数】 14
【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市めじろ台4丁目21番9号

【氏名】 村井 俊治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社 トプコン内

【氏名】 大友 文夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社 トプコン内

【氏名】 大谷 仁志

【特許出願人】

【識別番号】 000220343

【住所又は居所】 東京都板橋区蓮沼町75番1号

【氏名又は名称】 株式会社 トプコン

【代表者】 鈴木 浩二

【代理人】

【識別番号】 100089967

【住所又は居所】 東京都千代田区神田駿河台1-5-6 コトー駿河台

513

【弁理士】

【氏名又は名称】 和泉 雄一

【手数料の表示】

【納付書番号】 02000032852

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【包括委任状番号】	9304222	
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 測量装置と電子的記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量装置には、水平角及び高度角に関連付けられたデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成されており、少なくとも 3 点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3 次元位置を決定するための演算処理手段を備えた測量装置。

【請求項 2】 平面部分を構成して交わる少なくとも 2 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する請求項 1 記載の測量装置。

【請求項 3】 少なくとも 2 平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する 3 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交点である角を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する請求項 1 記載の測量装置。

【請求項 4】 平面部分に直線部分を含む場合に、その直線を指定することにより、その直線の位置及び長さを演算する請求項 1 記載の測量装置。

【請求項 5】 平面部分に直線で囲まれた窓を有する場合に、その窓を指定することによりその窓を特定し、その窓の位置及び形状を演算する請求項 1 記載の測量装置。

【請求項 6】 測量目標である平面部分上に位置するポイントがある場合に、そのポイントの画像データの重心位置を求め、測定された 3 点と関連付けることで、3 次元位置を決定する請求項 1 記載の測量装置。

【請求項 7】 測量目標に正対する場合に、1 点の測定値から、測定目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3 次元位置を決定する請求項 1

記載の測量装置。

【請求項 8】 測量装置に備えられる望遠鏡の視準により、平面部分が含まれる直線又は窓を指定する請求項 4 又は請求項 5 記載の測量装置。

【請求項 9】 測量装置に備えられる表示部の画像をポイントすることにより、平面部分に含まれる直線又は窓を指定する請求項 4 又は請求項 5 記載の測量装置。

【請求項 10】 エッジの抽出は、ラプラシアン等の空間フィルタを使用する請求項 1 記載の測量装置。

【請求項 11】 反射光を利用し、測量目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量機には、測定方向のデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成され、平面部分の少なくとも 3 測定点を決定し測定する第 1 工程、測定して得られた前記 3 測定点の距離と角度のデータから前記平面部分が含まれる式を決定する第 2 工程と、前記平面部分の属するデジタル画像データを関連付ける第 3 工程と、前記平面部分を特定する画像データと平面部分が含まれる式とから前記平面部分の 3 次元位置を決定する 3 次元測定方法。

【請求項 12】 反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置と撮像装置とから得られるデータを使用して、3 次元測定を行うためのものであり、演算処理手段を実行させて、少なくとも 3 点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3 次元位置を決定する手順を示すプログラムが記憶されている F D、C D、D V D、R A M、R O M、メモリカード等の電子的記憶媒体。

【請求項 13】 平面部分を構成して交わる少なくとも 2 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する請求項 10 記載の電子的記憶媒体。

【請求項 14】 少なくとも 2 平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する 3 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小

二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交点である角を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する請求項 1 0 記載の電子的記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、測量装置と電子的記憶媒体に係わり、特に、角部にある測定点を測定可能なノンプリズム測定に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

コーナーキューブ等の反射部材を使用しないノンプリズム型のトータルステーション（測量機）を使用して、3 次元測定を行う技術が開発されている。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、例えば、建物の外観を測量する場合において、建物のエッジ部（角部）等の測量は極めて困難であるという問題点があった。これは、ノンプリズム型のトータルステーション（測量機）からの射出されるレーザー光等の測定光により測定を行うため、エッジ部の測量は困難なためである。

【0 0 0 4】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題に鑑み案出されたもので、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量装置には水平角及び高度角に関連付けられたデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成されており、少なくとも 3 点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3 次元位置を決定するための演算処理手段を備えて構成されている。

【0 0 0 5】

また本発明は、平面部分を構成して交わる少なくとも 2 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗

法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する構成することもできる。

【0006】

そして本発明は、少なくとも 2 平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する 3 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交点である角を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する構成にすることもできる。

【0007】

更に本発明は、平面部分に直線部分を含む場合に、その直線を指定することにより、その直線の位置及び長さを演算する構成にすることもできる。

【0008】

また本発明は、平面部分に直線で囲まれた窓を有する場合に、その窓を指定することによりその窓を特定し、その窓の位置及び形状を演算する構成にすることもできる。

【0009】

そして本発明は、測量目標である平面部分上に位置するポイントがある場合に、そのポイントの画像データの重心位置を求め、測定された 3 点と関連付けることで、3 次元位置を決定する構成にすることもできる。

【0010】

更に本発明は、測量目標に正対する場合に、1 点の測定値から、測定目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3 次元位置を決定する構成にすることもできる。

【0011】

そして本発明は、測量装置に備えられる望遠鏡の視準により、平面部分が含まれる直線又は窓を指定する構成にすることもできる。

【0012】

更に本発明は、測量装置に備えられる表示部の画像をポイントすることにより、平面部分に含まれる直線又は窓を指定する構成にすることもできる。

【 0 0 1 3 】

また本発明のエッジの抽出は、ラプラシアン等の空間フィルタを使用する構成にすることもできる。

【 0 0 1 4 】

そして本発明の 3 次元測定方法は、反射光を利用し、測量目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量機には、測定方向のデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成され、平面部分の少なくとも 3 測定点を決定し測定する第 1 工程、測定して得られた前記 3 測定点の距離と角度のデータから前記平面部分が含まれる式を決定する第 2 工程と、前記平面部分の属するデジタル画像データを関連付ける第 3 工程と、前記平面部分を特定する画像データと平面部分が含まれる式とから前記平面部分の 3 次元位置を決定する構成となっている。

【 0 0 1 5 】

更に本発明の F D、C D、D V D、R A M、R O M、メモ리카ード等の電子的記憶媒体は、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置と撮像装置とから得られるデータを使用して、3 次元測定を行うためのものであり、演算処理手段を実行させて、少なくとも 3 点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3 次元位置を決定する手順を示すプログラムが記憶されている。

【 0 0 1 6 】

また本発明の電子的記憶媒体は、平面部分を構成して交わる少なくとも 2 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する手順を示すプログラムが記憶されている。

【 0 0 1 7 】

そして本発明の電子的記憶媒体は、少なくとも 2 平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する 3 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交

点である角を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定する手順を示すプログラムが記憶されている。

【0 0 1 8】

【発明の実施の形態】

本発明は上記課題に鑑み案出されたもので、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であり、測量装置には撮像装置が接続可能となっており、演算処理手段が、少なくとも 3 点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3 次元位置を決定することができる。

【0 0 1 9】

また本発明は、平面部分を構成して交わる少なくとも 2 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の 3 次元位置を決定することもできる。

【0 0 2 0】

そして本発明は、少なくとも 2 平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する 3 直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交点である角を演算して平面部分の 3 次元位置を決定することもできる。

【0 0 2 1】

更に本発明は、平面部分に直線部分を含む場合に、その直線を指定することにより、その直線の位置及び長さを演算することもできる。

【0 0 2 2】

また本発明は、平面部分に直線で囲まれた窓を有する場合に、その窓を指定することによりその窓を特定し、その窓の位置及び形状を演算することもできる。

【0 0 2 3】

そして本発明は、測量目標である平面部分上に位置するポイントがある場合に、そのポイントの画像データの重心位置を求め、測定された 3 点と関連付けるこ

とで、3次元位置を決定することもできる。

【0024】

更に本発明は、測量目標に正対する場合に、1点の測定値から、測定目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することもできる。

【0025】

そして本発明は、測量装置に備えられる望遠鏡の視準により、平面部分が含まれる直線又は窓を指定することもできる。

【0026】

更に本発明は、測量装置に備えられる表示部の画像をポイントすることにより、平面部分に含まれる直線又は窓を指定することもできる。

【0027】

また本発明のエッジの抽出は、ラプラシアン等の空間フィルタを使用することもできる。

【0028】

そして本発明の3次元測定方法は、反射光を利用し、測量目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量機には、測定方向のデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成され、第1工程では、平面部分の少なくとも3測定点を決定して測定し、第2工程では、測定して得られた3測定点の距離と角度のデータから平面部分が含まれる式を決定し、第3工程では、平面部分の属するデジタル画像データを関連付け、平面部分を特定する画像データと平面部分が含まれる式とから平面部分の3次元位置を決定することができる。

【0029】

更に本発明のFD、CD、DVD、RAM、ROM、メモリカード等の電子的記憶媒体は、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置と撮像装置とから得られるデータを使用して、3次元測定を行うためのものであり、演算処理手段を実行させて、少なくとも3点の測定から、

測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することができる。

【0030】

【原理】

【0031】

ここで、図1と図2とに示す様に、測定対象物である建物2000の角部2000aの3次元座標(X、Y、Z)を測定する例で説明する。本発明の使用形態として多いと思われる、直線で構成される平面からなる建物2000等で説明する。

【0032】

まず、図1に示す様に、座標が既知である基準点O点上に設置された測量機から建物2000を構成する α 面を視準する。 α 面上のほぼ三角形を形成する任意の3点(予備測定点)を選び、各点までの距離・水平角及び高度角を測定する。

【0033】

測定データにより予備測定点が含まれる平面の式を算出する。予備測定点が含まれる平面には、 α 面が含まれている。

【0034】

なお、ノンプリズムの測量機により建物等の平面の測定については、本願出願人による特開平2000-97703号に記載されている。

【0035】

また、測定と共に撮像装置100により、測定対象である建物2000のデジタル画像データを得る。

【0036】

そして、画像と視準が同軸の構成では、画像中心と視準中心とが一致しているので、画像上の位置は、視準中心に対する水平と高度の角度で表すことができる。

そして、視準中心の水平角データ及び高度角データに基づき、画像上の位置は、水平角と高度角で算出される。

【0 0 3 7】

デジタル画像データを得るための画像センサ等の撮像素子は、格子状に配列された画素（ピクセル）から構成され、画像上に配列される各画素の位置は既知となっている。

【0 0 3 8】

直線で構成される建物等の角を求める場合、各画素の受光のバラツキに基づき、最小自乗法又は条件付き最小自乗法を用いて直線の式を導き出し、画像上での交点の位置、画像中心に対する水平と高度の角度を求めることができる。求められた水平と高度の角度は、視準中心に対する α 面にある建物の角の水平角と高度角に一致する。視準中心の水平角データと高度角データが既知であるので、建物の角の水平角データと高度角データは直ちに求まる。そして、視準中心点の距離が測定されると、先に求めた α 面の式により、建物の角の三次元位置を求めることができる。

【0 0 3 9】

なお画像と視準とが、同軸でない場合には、適宜の補正を施すこともできる。

【0 0 4 0】

第1の撮像素子1 1 0は広角の画像を撮像し、第2の撮像素子1 2 0は挟角の画像を撮像する。広角の画像と狭角の画像とは、それぞれ関連付けられている。広角の画像は全体像又は近景を撮影するのに適しており、狭角の画像は例えばその一部を拡大したり又は遠景を撮影するのに適している。

【0 0 4 1】

なお、望遠鏡の倍率をズーム式に構成すれば、第1の撮像素子1 1 0と第2の撮像素子1 2 0とを共用として、1つの撮像素子から構成することもできる。

【0 0 4 2】

更に予備測定点A付近の望遠鏡の像は図2に示す様になっており、十字線に合わせることにより、窓付近の予備測定点を決定することもできる。

【0 0 4 3】

デジタル画像上の位置と測量による予備測定点の測定データとは関連付けられている。予備測定点か属する α 面は直線により区切られ一面を構成している。建

物の位置、測地上の座標位置を特定する場合、特にビルディングは箱状のものが多く、角を特定すれば、その座標は容易に得られる。

【 0 0 4 4 】

まず、画像データの α 面を構成する直線のエッジを画像処理で抽出する。このエッジの抽出には、例えば、ラプラシアン等の空間フィルタを使用して、エッジを強調する。このラプラシアンは、微分画像を用いてエッジを強調するものである。

【 0 0 4 5 】

そして、画像データに基づいて建物 2 0 0 0 の上壁部で形成される第 1 直線 L_1 と、第 2 直線 L_2 の 2 つの直線を定め、この 2 つの直線の交点と画像上の予備測定点の位置との関係から、角部 2 0 0 0 a の座標 (X 、 Y 、 Z) を求める。

【 0 0 4 6 】

予備測定点の位置は、基準点から見た、既知点からの水平角（方向角）、高度角により特定される。

【 0 0 4 7 】

2 つの直線は、ばらつきのある画像データに最小 2 乗法を適用して直線の式を求める。

【 0 0 4 8 】

この直線の決定には、例えば、最小 2 乗法から求めることができる。

【 0 0 4 9 】

直線の式を $y = a x + b$

【 0 0 5 0 】

とすれば、第 1 直線 L_1 と第 2 直線 L_2 との 2 つの直線で説明したが、3 本以上の直線を設定し、その交点を求めてもよい。

【 0 0 5 1 】

この場合には、交点の精度を高めることができるという効果がある。

【 0 0 5 2 】

以下に最小 2 乗法により、2 つの直線の a 、 b を定めることができる。なお最小 2 乗法は、条件付き最小 2 乗法、重み付き最小 2 乗法とすることにより、更に

精度良く直線を求め、座標を求めることができる。条件付き最小2乗法は、例えば、ビルの外観は垂直の直線で構成されていると条件付けることにより、建物の角は直線上にあり、結ぶ線は直線として求められ、垂直に立っていると求められる。条件付けることで、画像光学系の歪の影響を最小にする事が可能となると共に、計算過程を容易にすることもできる。更に、画素単位の受光検出を考慮した重み付き最小2乗法を加えることにより、より精度を高めて求めることもできる。

【0053】

「数1」

最小二乗法の解法: $y = ax + b$ の場合

$$\begin{cases} x_1 a + b = y_1 \\ x_2 a + b = y_2 \\ \vdots \\ x_n a + b = y_n \end{cases} \rightarrow \begin{bmatrix} x_1 & 1 \\ x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad \text{または } AX = B$$

$v_i = (x_i a + b) - y_i$ とすると

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & 1 \\ x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad \text{または } V = AX - B$$

$\sum v_i^2 = V^T V = \text{最小}$

$$\frac{\partial V^T V}{\partial X} = 0 \quad \therefore A^T A X = A^T B$$

$$\begin{bmatrix} \sum x_i^2 & \sum x_i \\ \sum x_i & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum x_i y_i \\ \sum y_i \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}, \quad b = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

【0054】

第1直線L1を

【0055】

$$y = a_1 x + b_1 \quad \dots \dots \dots \text{(式1)}$$

【0056】

第2直線L2を

【0057】

$$y = a_2 x + b_2 \quad \dots \dots \dots \text{(式2)}$$

【0058】

とすれば、

【0059】

この2つの直線の交点が、エッジ部分である建物2000の角部2000aと仮想的に、決定することができる。

【0060】

更に、基準点に置かれた測量機1000による予備測定点2000bまでの距離と、水平角（方向角）、高低角のデータを使用すれば、測定点の3次元座標（X、Y、Z）を演算することができる。

【0061】

即ち、測量機1000の基準位置の座標、方向角に基づいて、予備測定点2000bの3次元座標（ X_b 、 Y_b 、 Z_b ）を測定することができるので、同一平面上にある建物2000の角部2000aの3次元座標（X、Y、Z）を演算することができる。

【0062】

なお、画像処理のみでは精度は得られない。例えば、建物等の画像のエッジ部分は直線であるが、部分的に受光する画素もあり、画像を形成するデータは直線状にばらついている。そのため画像データに基づいて、建物の角位置を求める場合、配列される画素以上の精度は得られない。

【0063】

以上は、測定目標である建物2000等を斜めに視準している場合である。これが略正対している状態であり、平面部分に対して略垂直に視準している場合には、正確には3点の測量が必要であるが、1点の測量であっても事実上問題ない。

1点の測量の場合には、3点の測量に代えて1点でも可能である。

【0064】

更に説明では、直線のエッジ検出に基づいて平面部分を決定したが、平面の部分にある交点或いは単なるポイントの重心位置を画像データから検出して、その交点或いはポイントの3次元位置を決定することも可能である。

【0065】

【実施例】

【0066】

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

【0067】

図8と図9とに示す様に測量機1000は、トータルステーションであり、角度（鉛直角及び水平角）を検出する電子セオドライトと、光波距離計を内蔵するものである。

【0068】

測量機1000は、望遠鏡部4と、望遠鏡部4を上下回転できるように支持する托架部3と、托架部3を水平回転できるように支える基盤部2とから構成されている。基盤部2は、整準台5を介して三脚等に取り付可能となっている。

【0069】

測量機1000には、操作・入力部5000に一部である操作パネル7が形成され、表示部4300の一部となるディスプレイ6が取り付けられている。更に、望遠鏡部4には、対物レンズ8が露出している。

【0070】

撮像装置100は、画像装置データをデジタルデータに変換するためのものであり、例えば、デジタルカメラ等の電子カメラである。この撮像装置100は、広角の画像を撮像するための第1撮像装置110と、挟角の画像を撮像するための第2撮像装置120とから構成されている。

【0071】

ここで図10に基づいて、望遠鏡部4の光学的構成を説明する。

【0072】

望遠鏡部4は、対物レンズ8と、ダイクロイックミラー20と、コンデンサレンズ41と、第3のハーフミラー33と、第1画像センサ210と、第2画像センサ220と、合焦レンズ12とから構成されている。

【0073】

ダイクロイックミラー20は、第1のプリズム21と第2のプリズム22と第3のプリズム23とから形成され、第1のハーフミラー24と第2のハーフミラー25が形成されている。

【0074】

対物レンズ 8 から入射した光は、ダイクロイックミラー 20 に入り、測定光と可視光の一部の光は、第 1 のハーフミラー 24 で反射され、コンデンサレンズ 41 を介して、第 1 画像センサ 210 と第 2 画像センサ 220 とに結像する様に構成されている。

【0075】

第 2 のハーフミラー 25 では、測定光のみが反射され距離が測定される。

【0076】

コンデンサレンズ 41 を通過した光は、第 3 のハーフミラー 33 で一部の光が反射され、第 2 の画像センサ 220 に結像する様になっている。また、第 3 のハーフミラー 33 を透過した光は、第 1 画像センサ 210 に結像する様になっている。

【0077】

第 1 画像センサ 210 と第 2 画像センサ 220 で受光された受光信号は、制御演算部 4000 により、表示部 4300 に表示可能に構成されている。なお、第 1 画像センサ 210 は第 1 撮像装置 110 に対応し、第 2 画像センサ 220 は第 2 撮像装置 120 に対応するものである。

【0078】

第 1 のハーフミラー 24 を透過した光は、合焦レンズ 12 を介して、接眼部に導く様に構成されている。

【0079】

次に図 8 に基づいて、本実施例の測量機 1000 の電氣的構成を説明する。

【0080】

測量機 1000 は、測距部 1100 と、角度測定部 1400 と、記憶部 4200、表示部 4300 と、駆動部 4400 と、制御演算部 4000 と、操作・入力部 5000 とから構成されている。ここで、記憶部 4200 はデータ、プログラム等を記憶するためのものである。表示部 4300 と操作・入力部 5000 とにより、使用者が、測量機 1000 を操作等することができる。

【0081】

測距部 1100 はノンプリズムタイプの光波距離計が使用されている。測距部

は、1 1 0 0 発光部 1 1 1 0 と受光部 1 1 2 0 とを備えており、発光部 1 1 1 0 から発光した測距光が、測定対象物の方向へ射出する。測定対象物からの反射光が受光部 1 1 2 0 に入射する様に構成されており、測定対象物までの距離を測定することができる。

【0 0 8 2】

即ち、測量機 1 0 0 0 から測定対象物までの距離は、発光部 1 1 1 0 がパルス発光してから、受光部 1 1 2 0 で受光されるまでの時間差により算出される。なお、この演算は制御演算部 4 0 0 0 で実行される。

【0 0 8 3】

測角部 1 4 0 0 は、鉛直角測角部 1 4 1 0 と水平角測角部 1 4 2 0 とから構成されている。本実施例では、回動部に取り付けられたロータと、固定部の形成されたステータとからなる水平角エンコーダと、鉛直角エンコーダとが使用されている。なお測角部 1 4 0 0 は、角度検出器に該当するものである。

【0 0 8 4】

駆動部 4 4 0 0 は、水平駆動部 4 4 1 0 と高低駆動部 4 4 2 0 とから構成されており、測量機 1 0 0 0 をモータにより、水平方向及び高低方向に回転させることができる。

【0 0 8 5】

制御演算部 4 0 0 0 は、CPU等を含み、各種演算等を実行するものである。

【0 0 8 6】

次に図 3 と図 6 に示す様に、測定対象物である建物 2 0 0 0 の角部 2 0 0 0 a の 3 次元座標 (X、Y、Z) を測定する例で説明する。

【0 0 8 7】

図 1 1 に示す様に、まずステップ 1 (以下、S 1 と省略する) では、図 3 の角部 2 0 0 0 a の付近の壁面を予備測定点 A、B、C として 3 点を適宜決定する。次に、測量機 1 0 0 0 の距離測定部 1 1 0 0 により、予備測定点 A、B、C までの距離と水平角と高低角を測定すると共に、撮像装置 1 0 0 で測定対象物である建物 2 0 0 0 を撮像する。撮像装置 1 0 0 は、第 1 撮像装置 1 1 0 が広角の画像を撮像し、第 2 撮像装置 1 2 0 が挟角の画像を撮像することができるので、必要

に応じて選択する。

【0088】

次にS2では、測量機1000の演算部1300が、撮像装置100から得られた画像から、測量機1000で計測した予備測定点A、B、Cの付近の直線を指定する。即ち、建物2000の角を構成する直線を抽出する。

【0089】

測量機1000の演算部1300が、ラプラシアン等の空間フィルタを使用してエッジを強調することができる。

【0090】

更にS3では、測量機1000の演算部1300が、建物2000の角を構成する第1直線L1と、第2直線L2の2つの直線を定める。この直線の決定には、例えば、最小2乗法又は条件付き最小自乗法から求めることができる。

【0091】

次にS4では、測量機1000の演算部1300が、予備測定点と2つの直線の交点から、角部2000aの座標(X、Y、Z)を求めることができる。

【0092】

即ち、測量機1000により、予備測定点A、B、Cの3次元座標を測定することができるので、A、B、Cにより特定された同一平面上にある建物2000の角部2000aの3次元座標(X、Y、Z)を、測量機1000の演算部1300が演算することができる。

【0093】

更に望遠鏡の像は図4に示す様になっており、直線部分近くに十字線を合わせることにより、第1直線L1付近の予備測定点A($\alpha 1$ 、 $\beta 1$)、第2直線L2付近の測定点B($\alpha 2$ 、 $\beta 2$)を決定することもできる。また図5に示す様に、角付近の測定点C($\alpha 3$ 、 $\beta 3$)に十字線を合わせることにより決定することもできる。

【0094】

高さ(奥行き)Zの演算方法を、図12に基づいて説明する。

【0095】

三角形 $\triangle P_1 P_2 P_3$ から形成される平面の方程式は、以下の様になる。

【0096】

$$a' X + b' Y + c' = Z \quad \dots\dots\dots (式3)$$

【0097】

ここで、 $P_1 (x_1, y_1, z_1)$ 、 $P_2 (x_2, y_2, z_2)$ 、 $P_3 (x_3, y_3, z_3)$ が既知とすると、

【0098】

「数2」

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a' \\ b' \\ c' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{pmatrix}$$

【0099】

$\dots\dots\dots (式4)$

【0100】

この式4の連立方程式を解き、 a' 、 b' 、 c' を求めることができる。

【0101】

a' 、 b' 、 c' を決定されると、三角形内 (P_1 、 P_2 、 P_3) の全点の標高は、

【0102】

$$z_j = a' x_j + b' y_j + c'$$

【0103】

$\dots\dots\dots (式5)$

【0104】

より計算することができる。これをTIN (三角網) という。

【0105】

図7は角部がない場合の建物である。この場合は、建物2000の直交する2

平面を求め、その直線部分を延長して角部を想定して、3次元位置を算出して位置座標を求める。更に、図3の窓部は直線により囲まれた部分であり、窓を指定した場合には直線の式を応用して、 α 面に対する窓部分の位置及び形状が特定できる。

【0106】

また平面部分に直線部分を含む場合に、その直線を指定することにより、その直線の位置及び長さを演算する構成にすることもできる。

【0107】

更に、平面部分に直線で囲まれた窓を有する場合に、その窓を指定することによりその窓を特定し、その窓の位置を演算する構成にすることもできる。

【0108】

そして、測量装置に備えられる望遠鏡の視準により、平面部分が含まれる直線又は窓を指定する構成にすることもできる。

【0109】

また、測量装置に備えられる表示部の画像をポイントすることにより、平面部分に含まれる直線又は窓を指定する構成にすることもできる。

【0110】

なお、測量機1000の演算部1300が演算する手順を記憶したプログラムを、FD、CD、DVD、RAM、ROM、メモ리카ード等の電子的記憶媒体に格納することができる。

【0111】

そして精度を高める場合には、測量機1000と撮像装置100との正確なキャリブレーションを行う必要がある。

【0112】

【効果】

以上の様に構成された本発明は、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量装置には水平角及び高度角に関連付けられたデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成されており、少なくとも3点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定

すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定するための演算処理手段を備えて構成されているので、ノンプリズム測定を使用しても、角部にある測定点が測定可能となるという効果がある。

【0 1 1 3】

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施例の原理を説明する図である。

【図 2】

本実施例の原理を説明する図である。

【図 3】

本実施例の原理を説明する図である。

【図 4】

本実施例の原理を説明する図である。

【図 5】

本実施例の原理を説明する図である。

【図 6】

本実施例の原理を説明する図である。

【図 7】

本実施例の原理を説明する図である。

【図 8】

本発明の実施例の測量機 1 0 0 0 を説明する図である。

【図 9】

本発明の実施例の測量機 1 0 0 0 を説明する図である。

【図 1 0】

望遠鏡部 4 を説明する図である。

【図 1 1】

本実施例の動作を説明する図である。

【図 1 2】

本実施例の原理を説明する図である。

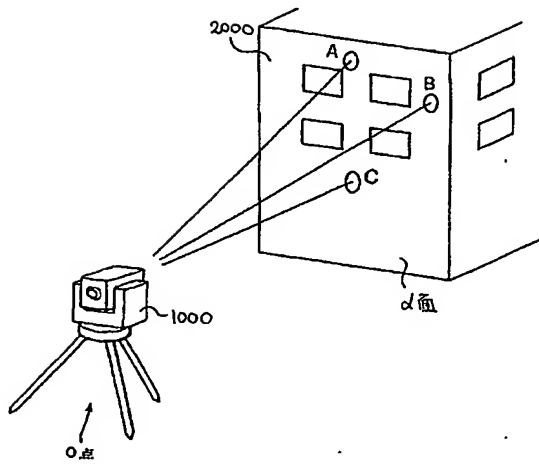
【符号の説明】

- 1 0 0 0 測量機
- 1 1 0 0 測距部
- 1 4 0 0 角度測定部
- 4 0 0 0 制御演算部
- 2 0 0 0 建物
- 2 0 0 0 a 測定対象物である建物 2 0 0 0 の角部
- 2 0 0 0 b 予備測定点
- 1 0 0 撮像装置
- 1 1 0 第 1 撮像装置
- 1 2 0 第 2 撮像装置

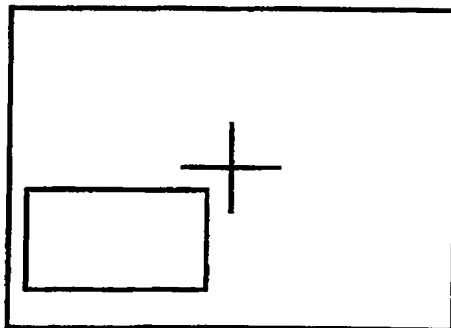
【書類名】

図面

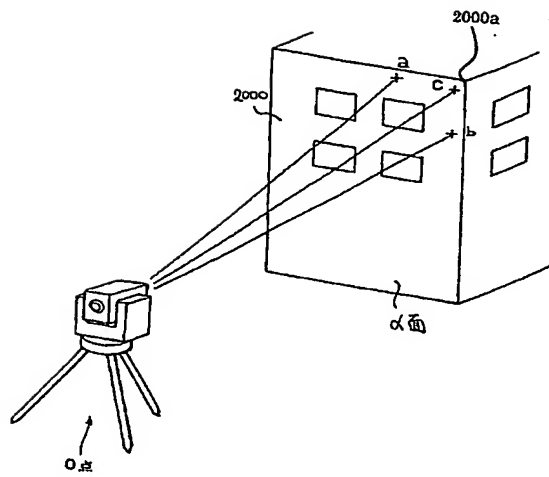
【図 1】



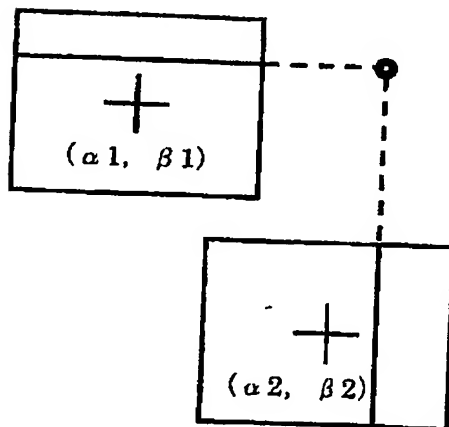
【図 2】



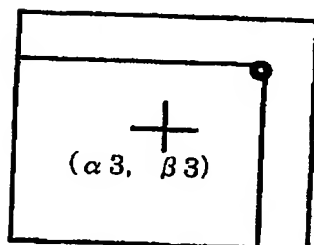
【図 3】



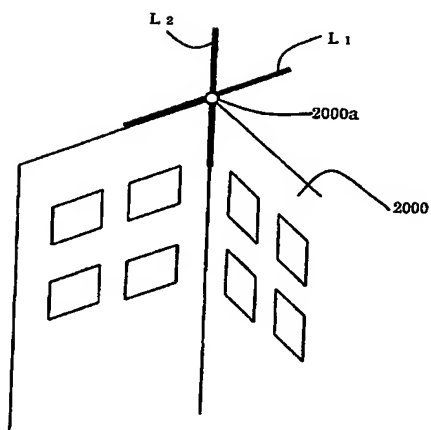
【図 4】



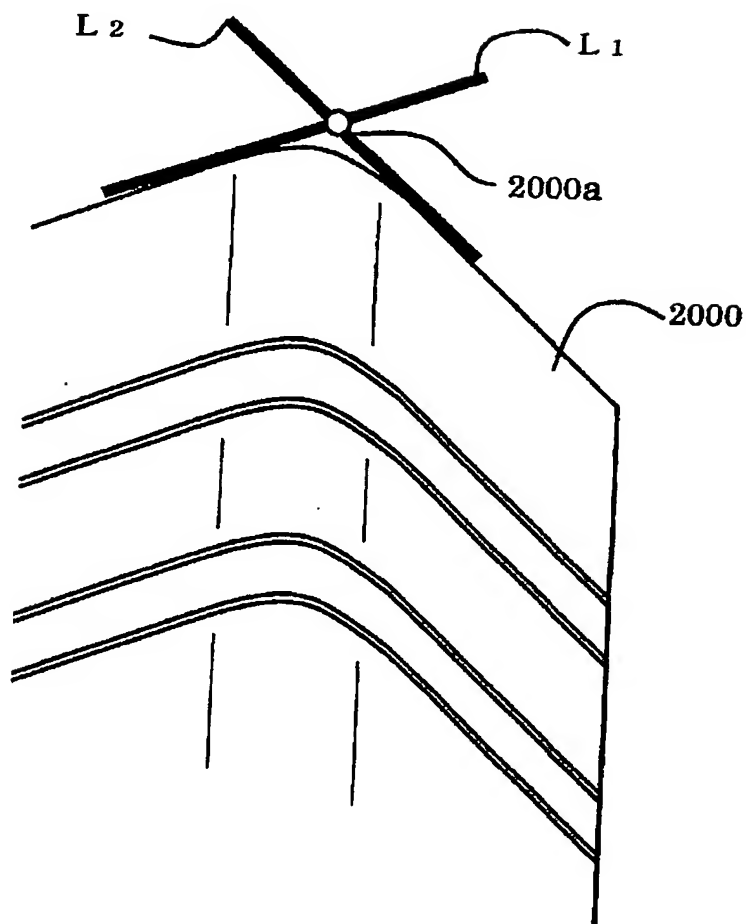
【図 5】



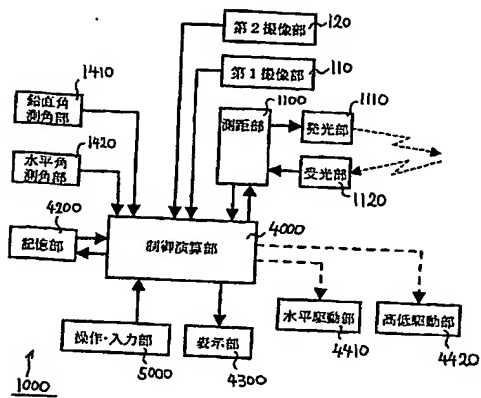
【図 6】



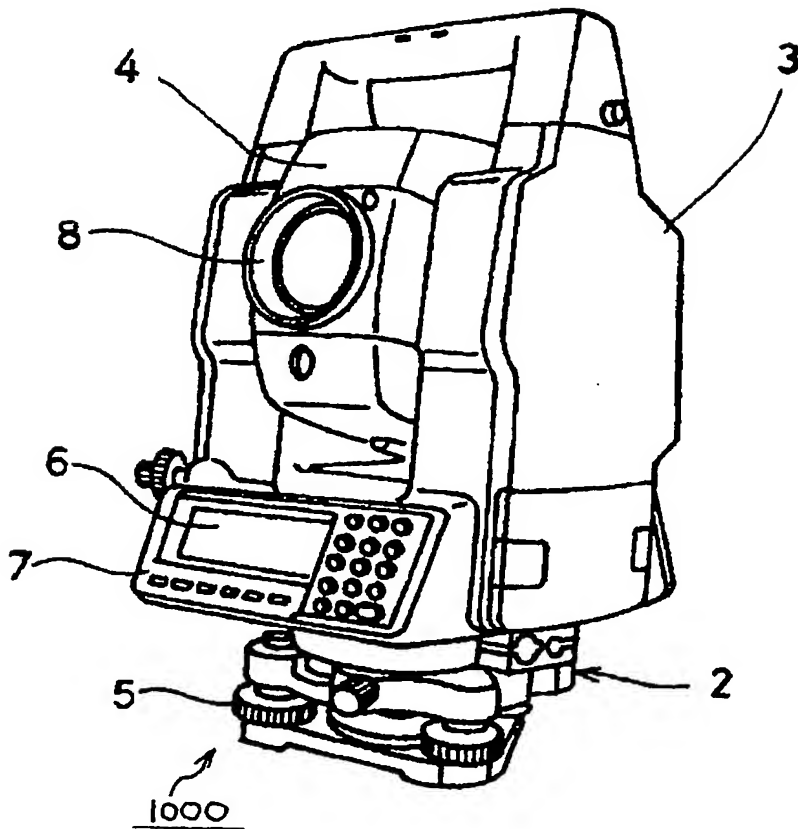
【図 7】



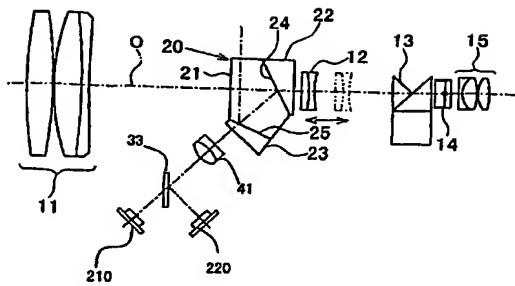
【図 8】



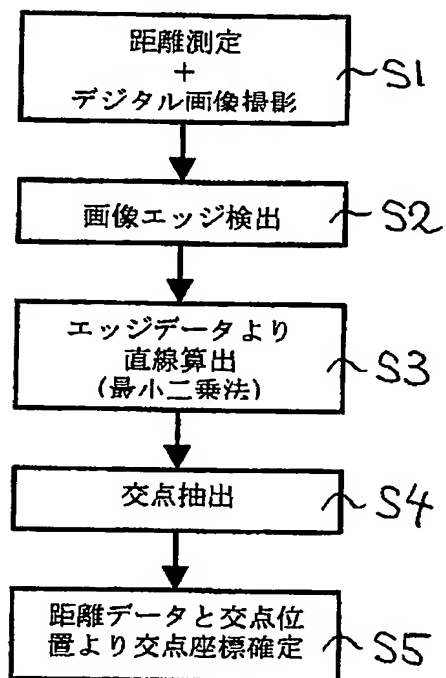
【図 9】



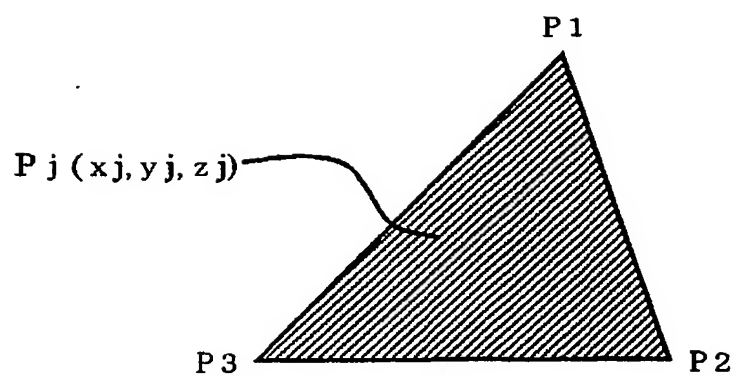
【図10】



【図11】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 本発明は、測量装置と電子的記憶媒体に係わり、特に、角部にある測定点を測定可能なノンプリズム測定に関する測量装置等を提供することを目的とする。

【構成】 本発明は、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であり、測量装置には撮像装置が接続可能となっており、演算処理手段が、少なくとも3点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することができる。

【選択図】

図1

特願 2 0 0 2 - 3 3 0 1 3 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 2 0 3 4 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号

氏 名

株式会社トプコン

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.